

# **TEORI DAN APLIKASI KETAHANAN POPULASI TANAMAN TERHADAP EPIDEMI PENYAKIT**

**HERY NIRWANTO**



**Penerbit: UPN “VETERAN” JAWA TIMUR**

# **TEORI DAN APLIKASI KETAHANAN POPULASI TANAMAN TERHADAP EPIDEMI PENYAKIT**

**HERY NIRWANTO**

**Penerbit: UPN "VETERAN" JAWA TIMUR**

# **TEORI DAN APLIKASI KETAHANAN POPULASI TANAMAN TERHADAP EPIDEMI PENYAKIT**

Oleh: Hery Nirwanto

Penerbit UPN “Veteran” Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya

Telp. +6231-8706369

**© Hak Cipta 2010 pada penulis .**

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfoto copy, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Edisi pertama

Cetakan pertama, 2010

**ISBN: 978-602-8915-78-6**

x+61 hal, 15,5 cm x 23,5 cm

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat merampungkan tulisan monograf yang berjudul: Teori dan Aplikasi Ketahanan Populasi Tanaman terhadap Epidemi Penyakit

Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi dasar-dasar pencampuran varietas dan aplikasi komposisi varietas campuran terhadap perkembangan penyakit bercak ungu *A. porri* dalam meningkatkan ketahanan populasi bawang merah. Hasil dalam tulisan ini sebagian besar merupakan penelitian ketahanan populasi varietas bawang merah terhadap epidemi penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*) di daerah Batu, Malang.

Hasil penelitian tersebut diharapkan dapat menjembatani kebutuhan akan cara-cara alternatif di dalam pengendalian penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah yang ramah lingkungan, ekonomis, dan praktis dengan kebutuhan akan stabilitas produksi tanaman bawang merah.

Saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berupaya keras mengumpulkan data tulisan hingga

penyusunan monograf ini dapat terwujud. Semoga karya ini dapat dijadikan pedoman dan informasi berharga untuk peneliti, praktisi dan pengambil kebijakan di bidang pertanian, khususnya di bidang pengelolaan penyakit pada tanaman bawang merah.

Walau demikian, adanya keterbatasan penulis di dalam menyajikan dan memberikan informasi yang lebih luas, maka kiranya saran perbaikan demi kesempurnaan penulisan monograf ini akan sangat diharapkan.

Surabaya, Mei 2010

Penulis

Herry Nirwanto

## DAFTAR ISI

I. Prinsip Keragaman Dalam Stabilitas Ekosistem .....	1
II. Konsepsi Ketahanan Populasi dalam Pencampuran Varietas.....	4
III. Bertanam Varietas Campuran dalam Pengendalian Penyakit Tanaman.....	8
IV. Faktor-faktor Keefektifan Bertanam Varietas Campuran....	18
- Ukuran Area Unit Genotipe .....	19
- Kemiringan Gradien dispersal .....	19
- Ukuran Bercak Terakhir .....	20
- Derajat Spesialisasi Inang.....	20
- Jumlah Kultivar yang baik untuk Percampuran	21
V. Mekanisme reduksi penyakit.....	22
VI. Pertimbangan Agronomi .....	26
VII. Pencampuran dalam meningkatkan dan menjaga stabilitas hasil.....	28
VIII. Bertanam Campuran dengan tanaman bawang merah.....	36
IX. Aplikasi pencampuran varietas tanaman bawang terhadap jamur <i>A. porri</i> .....	45

## BAB I. PENDAHULUAN

Percobaan pengendalian dengan cara pencampuran tanaman telah dilakukan di Inggris pada tahun 2000 dan 2001 pada tanaman selada terhadap penyakit embun tepung yang disebabkan oleh jamur *Bremia lactucae*. Percobaan tersebut dilakukan dengan menggunakan dua varietas tahan, yaitu varietas Pinnokio dan Taverna dan satu varietas rentan Little Gem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyakit embun tepung pada tanaman campuran dapat ditekan berturut-turut sampai 15,7 % dan 16,7 % lebih rendah daripada tanaman monokultur sebesar 41,5 % dan 18,8% (Anonim, 2006).

Melihat alasan-alasan suksesnya pengendalian penyakit menggunakan teknik pencampuran tanaman untuk meningkatkan ketahanan populasi tersebut di atas, maka dalam penelitian ini diujikan pada tanaman bawang merah. Sampai sejauh ini di Indonesia belum didapat cara yang efektif dalam mengatasi penyakit bercak ungu pada jenis tanaman bawang-bawangan; cara terbaik dan sering dilakukan petani adalah dengan menggunakan fungisida (Sastrahidayat, 1991).

Upaya-upaya untuk mendapatkan cara pengendalian alternatif telah banyak dilakukan antara lain, melalui cara biologi, fisik dan budidaya. Pengendalian dengan cara biologi dan fisik telah dilakukan Satrahidayat (1991) dengan memanfaatkan antagonis *T. viride* yang

disemprotkan ke daun dengan konsentrasi  $10^3$  spora /ml pada umur satu dan dua bulan setelah tanam. Hasil penelitian cara pengendalian biologi tersebut dapat menekan tingkat serangan *A. porri* sebesar 28%. Selanjutnya, pengendalian dengan menggunakan cara fisik, yaitu dengan menggunakan kerudung plastik transparan dapat menekan tingkat serangan patogen tersebut sebesar 30%. Akan tetapi penggunaan kerudung plastik ternyata berdampak negatif bagi produksi bawang putih yang hasilnya di bawah kontrol (tanpa perlakuan), yakni 3,11 g/tanaman berat basah dan 1,87 g/ tanaman berat kering pada perlakuan kerudung plastik dan 4,40 g/tanaman berat basah dan 2,60 g/tanaman berat kering pada kontrol. Sementara itu, pengendalian penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah dengan cara budidaya; tumpang sari, penggunaan varietas tahan, masih sedikit dilakukan, khusus yang baru dilakukan di lahan pertanian dengan cara tumpang sari.

Sementara itu, keberadaan penyakit tersebut mendorong petani untuk menggunakan pestisida secara berlebihan, karena keberhasilan usaha tani bawang merah terutama ditentukan oleh keberhasilan pengendalian hama dan penyakit. Peningkatan pengendalian penyakit itu dilakukan dengan cara meningkatkan takaran, frekuensi dan komposisi jenis campuran pestisida yang digunakan. Kecuali hasilnya masih jauh dari yang diharapkan, perlakuan tersebut dirasakan mahal oleh petani, karena adanya residu



yang tinggi pada produksi yang dihasilkan, juga harus memperhitungkan dampak negatif terhadap lingkungan, serta bahaya terhadap fauna lain.

Pengendalian dengan menggunakan teknik budidaya telah banyak dilakukan diantaranya adalah penggunaan varietas tahan seperti dikembangkan oleh Baswarsiaty dan Nurbanah (1997) yang menguji varietas Ampenan, Philipine dan Bauji, diantara varietas-varietas tersebut ternyata varietas Bauji dinyatakan tahan dengan tingkat serangan 9,7 % kendatipun demikian, hasil tersebut masih kurang menggembirakan bagi produksi umbi, mengingat pada varietas-varietas yang tahan umumnya berproduksi rendah. Sebaliknya pada varietas-varietas yang rentan relatif lebih tinggi, sebagai contoh varietas Bauji produksi 11 ton/ha, sementara yang rentan yakni Philipine 20 ton/ha, produksinya hampir dua kalinya.

Atas dasar pertimbangan tersebut, maka perlu adanya jalan keluar untuk tetap mempertahankan produksi tinggi dengan tingkat serangan rendah, salah satu cara adalah dengan menanam varietas-varietas rentan berproduksi tinggi di antara varietas-varietas tahan berproduksi rendah tersebut, sehingga akan merupakan hamparan populasi tanaman campuran (yang tahan bercampur yang rentan). Secara epidemiologis cara budidaya demikian akan memunculkan resistensi atau

ketahanan baru dari tanaman yang rentan dalam populasi tersebut yang disebut ketahanan populasi.

Dalam tulisan ini akan diberikan uraian dasar-dasar pengaruh pencampuran varietas tanaman terhadap ketahanan populasi akibat serangan patogen dan aplikasi penggunaan komposisi varietas campuran pada tanaman bawang merah terhadap serangan jamur *A. porri*.

## **BAB II. PRINSIP KERAGAMAN DALAM STABILITAS EKOSISTEM**

Keragaman adalah fungsi kesetabilan, maka diperlukan inventarisasi teknologi pertanian alternatif yang mampu mempertahankan dan menjamin keanekaragaman serta meningkatkan produksi dengan dampak lingkungan seminimal mungkin, mampu mengkonservasi dan mempertahankan produktivitas lahan.

Kunci untuk mengembangkan pertanian berkelanjutan adalah mengubah sistem pertanian konvensional yang memiliki ketergantungan kuat pada masukan energi dari luar usahatani, menuju ke sistem pertanian yang mampu mengembangkan dan mengkonservasi bekerjanya komponen-komponen ekosistem baik fisik maupun biotik secara internal. Swift dan Anderson (1993) mengemukakan bahwa keragaman merupakan prinsip lingkungan yang dapat diterapkan dalam kerangka perlindungan tanaman. Dalam suatu ekosistem alami, fungsi pengaturan yang terjadi merupakan produk keragaman.

Ada teknik banyak kemungkinan untuk mencapai stabilitas populasi termasuk melalui manipulasi langsung dari sistem pertanian (misalnya pola tanam seperti rotasi, tumpangsari, penanaman pendamping dan tanaman perangkap) untuk melengkapi manajemen habitat (misalnya pagar tanaman pohon, bidang tepi, air dan lahan basah).

Metode ini juga dapat digunakan untuk mendorong lingkungan alam yang cocok untuk organisme agensia hayati yang mengendalikan patogen melalui efek antagonis.

Strategi yang dibutuhkan untuk meningkatkan keanekaragaman hayati dalam agroekosistem adalah menggalakkan sinergisitas berbagai tanaman, pepohonan, seperti: tumpangsari, agroforestri, rotasi tanaman, tanaman penutup, pengolahan tanah, penggunaan pupuk kompos dan pupuk daun, kombinasi tanaman-ternak dan lain-lain.

Pada pertanaman monokultur sangat sulit dilakukan pengendalian hayati yang tepat dan efisien karena kurang jelasnya penampakan efektif dari musuh alami dan adanya gangguan beberapa perlakuan dalam sistem ini. Sebaliknya pada pertanaman polikultur, sumber-sumber daya tertentu untuk musuh-musuh alami telah tersedia karena adanya keragaman tanaman, lebih mudah untuk dimanipulasi dan tidak digunakannya pestisida.

Konsekuensi dari pengurangan keanekaragaman hayati akan lebih jelas terlihat pada pengelolaan penyakit tanaman. Adanya perluasan monokultur tanaman yang mengorbankan vegetasi alami sehingga mengurangi keragaman habitat lokal, akhirnya menimbulkan ketidakstabilan agroekosistem. Komoditi tanaman yang dimodifikasikan untuk memenuhi kebutuhan manusia rusak karena tingginya serangan patogen. Umumnya semakin intensif tanaman tersebut dimodifikasi maka akan semakin

intensif pula patogen yang menyerang. Karakteristik sifat-sifat pengaturan sendiri komoditi alami akan hilang bila manusia memodifikasi komoditi tersebut dengan memecah interaksi kehidupan tanaman dan akhirnya menjadi rapuh. Pemecahan ini dapat diperbaiki dengan pemulihan komponen komoditi melalui penambahan atau peningkatan keanekaragaman hayati.

Pada pertanaman monokultur sangat sulit dilakukan pengendalian hayati yang tepat dan efisien karena kurang jelasnya penampakan efektif dari musuh alami dan adanya gangguan beberapa perlakuan dalam sistem ini. Sebaliknya pada pertanaman polikultur, sumber-sumber daya tertentu untuk musuh-musuh alami telah tersedia karena adanya keragaman tanaman, lebih mudah untuk dimanipulasi dan tidak digunakannya pestisida.

### **BAB III. KONSEPSI KETAHANAN POPULASI DALAM PENCAMPURAN VARIETAS**

Pencampuran varietas merupakan cara yang dapat merubah banyak karakter termasuk diantaranya terhadap ketahanan penyakit, akan tetapi harus mempunyai cukup kesamaan apabila ditanam bersama. Pencampuran varietas tidak menyebabkan perubahan yang besar pada sistem pertanian, akan tetapi biasanya dapat meningkatkan stabilitas hasil dan dalam beberapa hal dapat mengurangi penggunaan pestisida. Pencampuran varietas lebih cepat dan murah untuk dirumuskan dan dimodifikasi daripada banyak galur, yang merupakan campuran galur dimana secara genetis seragam akan tetapi hanya berbeda dalam ketahanan spesifik terhadap penyakit maupun hama (Browning dan Frey 1981 *dalam* Castila *et al.*, 2003).

Varietas yang digunakan untuk percampuran harus mempunyai karakteristik yang baik dan secara fenotip sama seperti, kematangan, tinggi, kualitas dan tipe benih. Dalam situasi lain pencampuran digunakan untuk kepentingan ekonomi, yakni untuk melindungi genotipe inang rentan yang mempunyai karakter agronomi yang baik. Oleh karena itu penyebaran inang rentan yang dikombinasikan dengan inang yang secara agronomi yang kurang baik akan tetapi genotipenya tahan penyakit, maka

akan dapat dijadikan sebuah solusi dalam perlindungan tanaman (Garrett dan Mundt, 1999).

Selama beberapa tahun terakhir, penggunaan varietas campuran telah digunakan sebagai salah satu strategi pengendalian penyakit tanaman pada pertanaman musiman. Secara khusus, studi tentang evolusi patogen dalam campuran hampir secara eksklusif terbatas pada pathosystems tersebut. Sedikit yang diketahui tentang efek selektif campuran kultivar terhadap evolusi patogen dalam sistem penyakit yang mempunyai resistensi parsial. Pemodelan matematika menunjukkan bahwa campuran varietas yang dibudidayakan dapat menurunkan, meningkatkan, atau tidak berpengaruh pada tingkat keparahan penyakit yang disebabkan oleh patogen nonspesial. Dalam kasus *Mycosphaerella graminicola*, agen penyebab dari penyakit bercak daun *Septoria tritici* pada gandum (*Triticum aestivum*), pencampuran menjadi relatif tidak efektif dalam menekan penyakit karena dua alasan. Pertama, ada bukti bahwa campuran kurang efektif terhadap patogen yang tersebar melalui percikan dibanding patogen yang propagul sekundernya lewat tiupan angin. Hal ini mungkin terutama disebabkan oleh gradien penyebaran curam dari propagul yang tersebar lewat percikan, yang jatuh pada inang asal, sehingga mengurangi pengaruh penjarangan dalam pencampuran genotipe inang. Kedua, campuran diperkirakan akan kurang efektif dalam menekan

penyakit ketika inokulum awal melimpah dan menyebar secara merata. Selanjutnya, Mundt et al. (2002) melaporkan bahwa campuran gandum mengurangi keparahan bercak *Septoria tritici* sampai 27, 9 dan 15% dibandingkan dengan rerata tingkat serangan pada komponen murni selama 3 tahun.

Meskipun terdapat literatur yang banyak tentang penggunaan kultivar multiline dan campuran kultivar untuk mengelola penyakit, sebagian besar menyatakan pathosystems terhadap patogenisitas dan resistensi secara kualitatif bervariasi. Khususnya, studi tentang evolusi patogen dalam campuran hampir terbatas pada pathosystems tersebut. Sedikit yang diketahui tentang efek selektif campuran kultivar terhadap evolusi patogen dalam sistem penyakit dengan resistensi parsial.



## **BAB IV. FAKTOR-FAKTOR EFEKTIVITAS BERTANAM CAMPURAN**

Menurut Barrett (1977) bahwa penggunaan banyak galur atau percampuran varietas dalam pengendalian penyakit sering dimaksudkan untuk mengatasi karakteristik siklus sukses- gagal dalam penggunaan varietas pada pertanian modern. Dasar penggunaan galur campuran untuk mengurangi tingkat keparahan penyakit adalah bahwa spora yang meninggalkan infeksi awal pada inang yang berbeda akan disebarkan pada semua komponen inang, beberapa komponen diantaranya akan menyeleksi spora. Akan tetapi kerusakan dapat timbul karena evolusi patogen dalam percampuran. Hal tersebut dapat dijelaskan dalam dua kategori:

- Populasi patogen dapat menstabilkan dan terutama terdiri dari genotipe dengan virulensi sederhana sehingga penyakit akan berkurang.
- Terdapat seleksi yang cepat bagi genotipe patogen untuk sanggup menyerang semua komponen dan dengan demikian tidak efektif mengendalikan penyakit.

Penanaman varietas rentan dengan varietas tahan pada awalnya dalam manajemen budidaya kurang menguntungkan. Akan tetapi terdapat beberapa alasan untuk bertanam campuran, di samping potensi mengatasi

penyakit, yaitu seringkali petani organik menyukai karakteristik aroma pada varietas tetua dan menumbuhkannya. Ketahanan terkait dengan sifat yang tidak diinginkan seperti, hasil rendah, sehingga petani menanam varietas rentan meskipun berisiko, terutama bila penyakit tergantung cuaca dan epidemi tidak terjadi setiap tahun. Dari perspektif evolusi, penanaman tanaman campuran dapat meningkatkan keragaman genetik inang, sehingga mengurangi kemungkinan terjadi epidemi disamping mengurangi tekanan patogen untuk mengatasi gen ketahanan inang. Dengan demikian, percampuran tanaman dapat mendorong petani bertanam varietas yang dihindari karena terlalu rentan terhadap penyakit. Selanjutnya, kemampuan menanam varietas lokal secara ekonomi dapat menjaga tanaman langka atau galur murni dapat berguna di masa mendatang untuk pengembangan varietas (Kotcon, 2004).

Keefektifan pencampuran varietas telah ditunjukkan oleh kebanyakan penyakit daun pada tanaman yang dari biji-bijian kecil di mana tanaman inang kecil terdapat pertukaran inokulum di antara genotipe inang. Keefektifan percampuran inang dalam pengendalian penyakit daun terkait dengan kemungkinan propagul gagal mendapatkan jaringan rentan. Menurut Garrett dan Mundt (1999) terdapat beberapa karakteristik yang terbawa pada setiap penyakit tanaman tertentu yang mempengaruhi

kemungkinan ini: ukuran area unit genotipe, kemiringan gradien dispersal, ukuran bercak akhir, lama hidup generasi patogen, derajat spesialisasi inang.

### **- Ukuran Area Unit Genotipe**

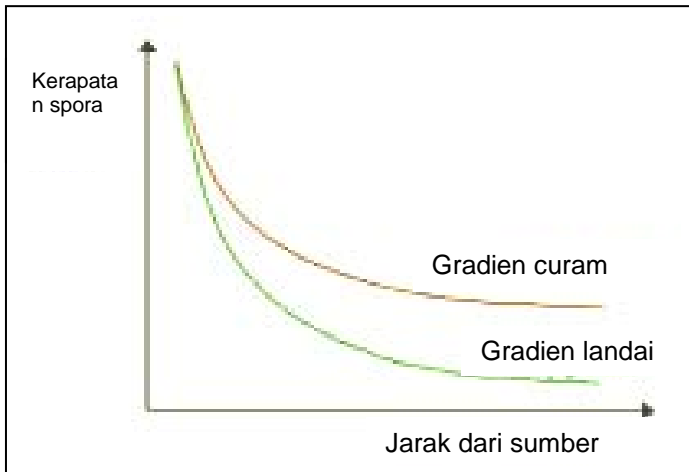
Area unit genotipe (AUG) didefinisikan sebagai area yang diduduki oleh unit independen jaringan inang pada genotipe yang sama. Secara umum, area unit genotipe merupakan ukuran tanaman, akan tapi tidak selalu berupa ukuran tanaman, sebagai contoh, apabila tanaman berjaln di lapangan maka efektifitas area unit genotipe lebih kecil. Sedangkan pada tanaman yang berbiak secara klonal, area unit genotipe dapat lebih besar daripada tanamannya sendiri. Dengan dasar tanaman sendiri, spesies tanaman dengan AUG kecil seperti gandum, barley, oat dan padi. Tanaman dengan AUG menengah seperti kacang buncis, kentang, jagung, sedangkan tanaman buah-buahan mempunyai AUG yang besar (Garrett dan Mundt, 1999).

Menurut Garrett dan Mundt (1999) bahwa suatu AUG yang sangat kecil kebanyakan ideal untuk menekan penyakit. Akan tetapi kombinasi spesifik pola genotipe dan gradien dispersal dapat menyebabkan AUG lain optimum. Secara umum dengan bertambahnya AUG maka keefektifan campuran untuk menekan penyakit berkurang. Interaksi AUG dengan gradien dispersal patogen tampak sebagai berikut:

### **- Kemiringan Gradien dispersal**

Bentuk gradien dispersal patogen dan interaksinya dengan pengaruh keefektifan percampuran varietas dalam menekan penyakit. Makin tajam gradien dispersal, makin banyak inokulum yang terdapat pada tanaman yang dapat dihasilkan, dengan semakin sedikit spora yang hilang sebagai akibat kecuraman, maka patogen yang terpengar percikan air kurang sesuai untuk mengendalikan penyakit dengan cara percampuran varietas dibanding dengan patogen yang terpengar angin (Garret dan Mundt, 1999).

Bentuk gradien pemencaran patogen dan interaksinya dengan area unit genotip (Genotype unit area) mempengaruhi efektifitas pencampuran kultivar di dalam penekanan penyakit. Makin curam gradien pemencaran patogen menyebabkan makin banyak inokulum yang jatuh pada tanaman (genotipe) dimana inokulum berasal, sementara semakin sedikit spora yang hilang sebagai akibat pengaruh penjarangan atau penghalangan (Gambar 1). Akibatnya, patogen terpengar melalui percikan air menjadi kurang sesuai dalam pengendalian menggunakan pencampuran varietas dibanding patogen terpengar lewat udara (Castro, 2001).



Gambar 1. Gradien Pemencaran Patogen (Castro,2001)

### Ukuran Bercak Terakhir

Perluasan gejala yang berlangsung terus dapat mengurangi tekanan pada penyakit karena gejala meningkatkan laju infeksi baru pada genotipe rentan (Garret dan Mundt, 1999). Dengan demikian analog dengan percampuran varietas, penekanan penyakit paling efektif bila ukuran gejala tetap kecil. Gejala yang tidak meluas memerlukan sejumlah infeksi yang lebih banyak untuk terjadinya epidemi yang sedang berlangsung. Pengaruh penjarangan dan penghalang dapat mempengaruhi jumlah infeksi baru akan tetapi tidak mempengaruhi laju perluasan gejala. Karat daun gandum (*Puccinia striiformis*)

menunjukkan perluasan gejala yang substansial dan percampuran varietas diharapkan mempunyai sedikit pengaruh pada penekanan penyakit tersebut (Lannou *et al.*, 1994 *dalam* Garrett dan Mundt, 1999).

### **- Derajat Spesialisasi Inang**

Kebanyakan penelitian menggunakan percampuran varietas dalam penyakit biotrophic, seperti patogen obligat yang berinteraksi dengan inangnya menggunakan dasar gen untuk gen. Keberadaan ketahanan diferensial maupun kualitatif terhadap ras patogen dalam genotipe inang yang berbeda, umumnya dijadikan salah satu kriteria penting dalam memilih varietas dalam percampuran. Dengan ketahanan kualitatif diferensial, setiap genotipe inang berpotensi menguntungkan untuk ditanam sebagai populasi campuran, seperti terkait dengan genotipe galur murni yang ditanam sendiri, maka percampuran varietas akan mengurangi bagian jaringan yang rentan terhadap ras-ras yang menginfeksi (Garrett dan Mundt, 1999).

### **Jumlah Kultivar yang baik untuk Percampuran**

Jumlah kultivar dalam percampuran dapat mempengaruhi keberhasilan pengendalian penyakit. Mundt (1994) *dalam* Garrett dan Mundt (1999) menunjukkan bahwa penambahan jumlah varietas sampai di atas 5 dapat memberikan pengurangan keparahan penyakit karat strip pada gandum, akan tetapi menurun dengan komponen kultivar 3 sampai 4.

## **Pertimbangan Agronomi**

Terkait dengan percampuran varietas, maka diversitas genetik dalam pertanaman harus kompatibel dengan produksi dan tujuan pemasaran dari sistem produksi. Percampuran genotipe dan spesies umumnya terdapat dalam pertanian tradisional. Saat ini percampuran digunakan dalam pertanian komersial dan modern ( Bowden *et al.*, 2001 *dalam* Castro, 2001).

Percampuran sering digunakan untuk tujuan selain pengendalian penyakit. Bowden *et al.* (2001) *dalam* Castro (2001) menyebutkan tiga keuntungan percampuran varietas yakni, stabilisasi hasil, pengaruh kompensasi ( varietas tahan menutupi varietas lemah) dan pengendalian penyakit. Pengendalian penyakit dapat membantu untuk memperoleh dua tujuan lain, akan tetapi juga dapat berpengaruh langsung terhadap stabilisasi hasil dan kompensasi.

Kerugian potensial dalam percampuran varietas secara praktis menambah waktu dan biaya dalam percampuran. Di samping itu ketidak sesuaian komponen varietas seperti tinggi tanaman dan kemasakan. Hal ini membatasi pilihan untuk percampuran terhadap komponen dengan tinggi yang sama dan waktu pemasakan. Kerugian lain adalah hilangnya kesempatan untuk menyesuaikan manajemen budidaya pada kebutuhan spesifik seperti kepadatan tanaman, pemupukan, dan saat tanam. Di samping itu, hambatan pemasaran dan penanganan kualitas

merupakan batasan utama dalam percampuran varietas. Akan tetapi varietas dengan kelas pasar yang sama seringkali merupakan hambatan terbesar selama penanganan dan pengepakan (Bowden *et al.*, 2001 *dalam* Castro, 2001).



## **BAB V. MEKANISME REDUKSI PENYAKIT**

Salah satu asumsi percampuran paling sederhana adalah bahwa jaringan inang dan inokulum patogen benar-benar tercampur dalam ruangan. Asumsi tersebut tidak berlaku untuk sistem yang nyata karena pola genotip inang dan penyakit tidak dapat dipisahkan. Walaupun tanaman inang rentan dapat dipengaruhi oleh keseluruhan populasi inokulum sebagaimana dinyatakan oleh Leonard (1969) *dalam* Garrett dan Mundt (1999), akan tetapi lebih dipengaruhi oleh inokulum yang dihasilkan dari jaringan tanaman itu sendiri atau tanaman sebelahnya.

Hasil utama pencampuran varietas adalah pengurangan kejadian dan tingkat serangan penyakit. Penyebab yang paling mungkin adalah peningkatan keragaman populasi patogen sepanjang musim dapat menurunkan adaptasi patogen di dalam campuran. Hal ini mengakibatkan peningkatan kompetisi antara genotip patogen yang spesifik terhadap varietas-varietas tertentu dalam campuran dan genotip varietas tertentu yang kurang spesialis dapat menginfeksi banyak varietas. Selanjutnya, rotasi mengganti lahan dengan varietas campuran dapat menurunkan adaptasi patogen (Lannou *et al.*, 1994 *dalam* Smith, 2002).

Penanaman sela dengan menggunakan varietas tahan dapat mengurangi penyebaran penyakit pada varietas rentan dengan mekanisme yang serupa pada mekanisme

banyak galur. Pelaksanaan ini mencakup penanaman dua tipe tanaman yang berbeda baik varietas atau spesiesnya dalam hamparan yang sama dimana berlawanan dengan pada banyak galur yang menyisipkan tanaman dengan menggunakan varietas yang sama akan tetapi berbeda gen ketahanannya. Mekanisme pengurangan penyakit karena menyisipkan varietas tahan dapat dijelaskan apabila penyakit berawal dari satu tempat. Apabila penyakit berkurang karena volume tanaman varietas rentan, maka awal gejala pada varietas rentan tersebut dapat tertunda karena adanya pemblokiran spora oleh varietas tahan. Jumlah gejala akan lebih rendah karena jumlah inokulum berkurang, akan tetapi ukuran gejala yang berkembang akan sama dengan ukuran yang berada pada pertanaman monokultur. Apabila terdapat induksi ketahanan dalam varietas rentan yang diselingi dengan varietas tahan, maka ukuran gejala pada varietas rentan dapat lebih kecil dibanding dengan yang ditanam secara monokultur. Di samping itu pada varietas yang rentan mungkin terdapat lebih banyak infeksi yang gagal dan dapat diamati di bawah mikroskop (Hammerschmidt dan Nicholson, 2000 *dalam* Smith, 2002).

Penanaman dengan cara mencampur varietas merupakan pengendalian penyakit yang berbeda dengan rekayasa genetik karena melibatkan pemilihan genotipe dan dapat meningkatkan keragaman genetik sebagai kebalikan dari keseragaman genetik. Penghambatan penyebaran

propagul patogen pada tanaman rentan dengan menggunakan varietas tahan dapat menambah jarak antara inang rentan dan meningkatkan pertahanan non spesifik setelah mendapatkan patogen avirulen yang merupakan mekanisme yang dapat mengurangi penyakit pada pencampuran. Walaupun efektifitas penanaman dengan menggunakan varietas campuran belum banyak dipelajari akan tetapi mekanisme pengurangan penyakit dalam banyak galur mendukung dugaan bahwa penyakit dapat dikurangi dengan pencampuran varietas (Ngugi *et al.*, 2001 *dalam* Smith, 2002).

Beberapa ulasan artikel menerangkan bahwa terdapat berbagai mekanisme dalam percampuran varietas yang dapat mengurangi intensitas penyakit (Mundt, 2002 ). Pengaruh penjarangan (Dilution effect) adalah berkurangnya penyakit pada pencampuran varietas karena bertambahnya jarak antara varietas tanaman rentan. Oleh karena itu, tanaman yang dekat dengan sumber infeksi lebih banyak terdapat infeksi (Mundt dan Leonard, 1985). Kehadiran varietas tahan mengurangi kesempatan inokulum yang berasal dari varietas rentan jatuh pada varietas rentan lainnya. Kebanyakan inokulum jatuh pada varietas tahan, sehingga mengurangi laju peningkatan penyakit.

Pengaruh penghalang (Barrier effect) adalah pengaruh varietas tahan dalam memberikan penghalang fisik

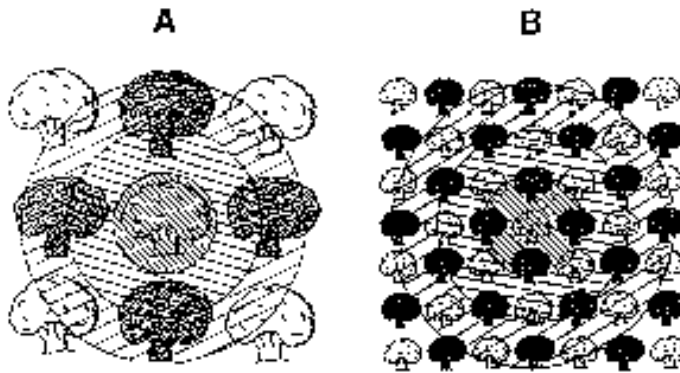
dimana membatasi pergerakan inokulum yang berasal dari varietas rentan. Untuk pencampuran varietas rentan yang berbeda (yakni, kedua komponen rentan terhadap ras patogen yang berbeda), maka varietas A memberikan penghalang bagi ras yang menyerang varietas B, dan sebaliknya.

Ketahanan terinduksi (Induced resistance) adalah ketahanan yang terjadi apabila ras-ras yang nonvirulen pada suatu varietas mempengaruhi mekanisme respon ketahanan tanaman. Sehingga, ras virulen (isolat yang secara genetik berbeda dari patogen yang sama dimana secara normal akan menginfeksi tanaman) menyerang area yang sama tetapi tidak dapat menyebabkan infeksi (Chin dan Wolfe, 1984 *dalam* Garret dan Mundt, 1999).

Kompetisi antara ras-ras patogen (competition among pathogen races). Keragaman genotip patogen diharapkan lebih besar pada pencampuran varietas dibanding pada penanaman monokultur, sehingga meningkatkan kesempatan berinteraksi dan kompetisi antara ras-ras patogen (Garret dan Mundt, 1999). Kompetisi antara ras-ras virulen yang berbeda dapat mencegah ras tertentu mendominasi dan mengatasi ketahanan inang dalam pencampuran varietas, sehingga mengurangi penyakit dalam pencampuran tersebut.

Autoinfeksi adalah proporsi inokulum patogen yang bertahan pada tanaman inang yang sama (Mundt *et al.*,

1986). Untuk patogen yang dihasilkan secara aseksual, inokulum yang berasal dari inang yang sama akan virulen pada tanaman itu, terkecuali terdapat pengaruh potensial ketahanan yang diinduksi. Derajat auto infeksi ditentukan oleh interaksi antara gradien penyebaran patogen dan ukuran tanaman inang. Apabila ukuran tanaman inang besar terhadap jangkauan ruang pemencaran patogen, maka persentase infeksi tinggi akibat adanya autoinfeksi Gambar 2.A; apabila ukuran tanaman kecil terkait dengan pemencaran patogen, maka persentase infeksi yang menjadi lebih rendah. Gradien pemencaran yang tajam mengakibatkan pengaruh keragaman inang semakin kecil. Di lapangan, patogen yang memencar melalui percikan air sering memberikan pengaruh keragaman inang yang kecil dibanding patogen yang dipencarkan oleh angin, karena patogen terpercikan air lebih mempunyai gradien yang lebih curam, sedangkan patogen terpercikan angin dapat menghasilkan pengaruh keragaman inang yang besar untuk mengurangi penyakit karena propagul lebih merata keseluruh tanaman inang. Akan tetapi pengaruhnya akan hilang apabila propagul dengan mudah terpercikan dan melimpah sehingga jumlah inokulum yang banyak meluburi hamparan. Patogen tular tanah sedikit



Gambar 2. Autoinfeksi

diteliti dan karena laju pemencaran lebih rendah, sehingga diasumsikan bahwa pengaruh keragaman inang akan lebih kecil pada patogen tular tanah dibandingkan dengan patogen terpencar udara. Akan tetapi Vilich Meller (1992) dalam Garret dan Mundt (1999) telah mendapatkan pengurangan penyakit busuk batang yang besar dalam pencampuran spesies tanaman biji-bijian.

Pada pencampuran yang paling sederhana, yaitu dengan menggunakan satu komponen imun, yang lain rentan (Gambar 2). Hal ini sering terjadi dengan pencampuran spesies tanaman yang berbeda dan kadang-kadang sesuai dengan pencampuran genotip inang dalam satu spesies. Untuk beberapa spesies inang, semua genotip inang menunjukkan beberapa tingkat kerentanan (Gambar 2B). Genotip inang dapat mempunyai perbedaan ras spesifik, sehingga kerentanannya berbeda terhadap ras patogen

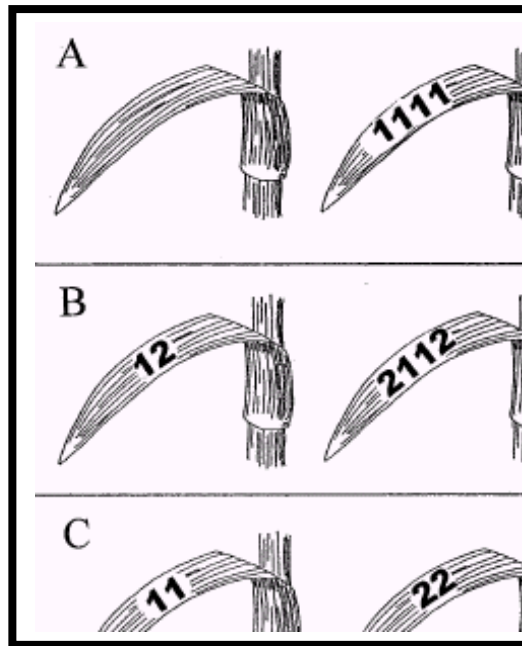
lokal. Untuk campuran demikian ini, beberapa ras patogen akan cenderung menginfeksi genotip inang tertentu, sedangkan ras lain cenderung menginfeksi genotip inang yang berbeda.

## **BAB VI.      PENCAMPURAN TANAMAN      DALAM MENINGKATKAN DAN MENJAGA STABILITAS HASIL**

Pencampuran varietas dapat meningkatkan hasil dan menjaga hasil lebih stabil daripada bertanam monokultur (Finckh *et al.*, 2000 *dalam* Castilla *et al.*, 2003). Keuntungan hasil lebih tampak pada pencampuran yang mengalami penurunan intensitas serangan (Finckh dan Mundt, 1992; Mundt, *et al.* 1995 *dalam* Castilla *et al.*, 2003). Di samping pengurangan penyakit, beberapa mekanisme diduga menyebabkan peningkatan hasil dan stabilitas hasil pada varietas campuran.

Saling melengkapi (*Complementarity*). Keuntungan hasil pada pencampuran varietas merupakan fungsi komplemen penggunaan sumberdaya di atas dan di bawah tanah (Willey, 1979 *dalam* Castilla *et al.*, 2003). Sebagaimana dalam pencampuran interspesifik, maka keuntungan hasil terjadi apabila komponen varietas berbeda dalam penggunaan sumberdaya pada ruang dan waktu sedemikian rupa sehingga penggunaan semua sumberdaya akan lebih baik daripada tanaman ditanam secara terpisah. Saling melengkapi akan terjadi apabila komponen varietas mempunyai lama pertumbuhan yang berbeda karena kebutuhan sumberdaya terjadi pada waktu yang tidak bersamaan (Fukai dan Trenbath, 1993 *dalam* Castilla *et al.*, 2003).





Gambar 3. Daun-daun dalam pencampuran genotip. Pada masing-masing campuran, satu daun dari setiap dua genotip diwakili. Angka 1 dan 2 pada daun mewakili gejala tunggal dari ras 1 dan 2 dari satu patogen. A, untuk percampuran sederhana, hanya satu genotip yang peka. B, untuk genotip dengan dua tingkat ketahanan yang berbeda pada ras yang non spesifik, dua genotip dapat terinfeksi oleh ras yang sama tetapi berbeda keparahannya. C, untuk genotip dengan dua tingkat ketahanan ras spesifik yang berbeda (berbeda kerentanannya), genotip dapat terinfeksi oleh dua ras yang berbeda. (Garret dan Mundt,

Kompensasi (*Compensation*). Kompensasi terjadi antara varietas dengan kemampuan kompetisi yang berbeda (Willey, 1979 dalam Castilla *et al.*, 2003). Kompensasi terjadi apabila hasil dari satu komponen meningkat sedangkan yang lainnya menurun tanpa mempengaruhi keseluruhan hasil pencampuran (Khalifa dan Qualset, 1974 dalam Castilla *et al.*, 2003). Kompensasi pertumbuhan tunas

baru oleh tanaman tahan apabila penyakit terjadi di awal tanam (Brophy dan Mundt, 1991 *dalam* Castila *et al.*, 2003) dan bahkan dalam pencampuran dimana intensitas penyakit tidak berpengaruh (Mundt *et al.*, 1995 *dalam* Castilla *et al.*, 2003). Kompensasi juga tampak pada pencampuran varietas dimana komponen tinggi berbeda (Khalifa dan Qualset, 1974 *dalam* Castilla *et al.*, 2003).

Fasilitasi (*Facilitation*). Fasilitasi merupakan pengaruh positif pada tanaman di dalam kemapanan atau pertumbuhan tanaman lain (Garcia-Barrios, 2002 *dalam* Castilla *et al.*, 2003). Komponen varietas dapat menguntungkan komponen lain secara langsung dengan memperbaiki mikroklimat, memberikan dukungan fisik atau pembelokan angin, dan memperbaiki kondisi lingkungan yang buruk, atau secara tidak langsung melindungi dari hama dan penyakit lain, dan memperbaiki kapasitas serap air (Garcia-Barrios, 2002 *dalam* Castilla *et al.*, 2003). Walaupun sedikit diteliti, bentuk fasilitasi pada pencampuran varietas padi adalah ketahanan yang lebih tinggi terhadap kerobohan pada varietas tinggi dibanding dengan bertanam monokultur.

## **BAB VII. BEBERAPA KASUS PENCAMPURAN TANAMAN DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT TANAMAN**

Efek dari campuran genotipe host pada pengembangan penyakit dan evolusi patogen tidak dipahami dengan baik dalam pathosystems yang bervariasi kuantitatif untuk ketahanan dan patogenisitas. Kami menggunakan empat campuran dari gandum musim dingin agak tahan dan rentan kultivar alami diinokulasi dengan *Mycosphaerella graminicola* untuk menyelidiki dampak terhadap perkembangan penyakit di lapangan, dan efek pada patogenisitas yang diuji dengan pengujian isolat populasi sampel dari lapangan pada bibit rumah kaca-tumbuh. Selama 3 tahun, ada korespondensi antara respon penyakit campuran dan patogenisitas isolat sampel dari mereka. Pada tahun 1998, dengan epidemi yang parah, campuran adalah 9,4% lebih sakit daripada yang berdiri komponen mereka murni ( $P = 0,0045$ ), dan populasi patogen dari campuran 27% menyebabkan penyakit kurang ( $P = 0,085$ ) di tes rumah kaca daripada populasi dari komponen murni berdiri. Pada tahun 1999, epidemi adalah ringan, campuran tidak mengurangi keparahan penyakit ( $P = 0,39$ ), dan patogen populasi dari campuran dan tegakan murni tidak berbeda dalam patogenisitas ( $P = 0,42$ ). Pada tahun 2000, epidemi adalah intensitas menengah, plot campuran adalah 15,2% lebih sakit dari rata-rata tegakan murni komponen ( $P =$

0,053), dan populasi dari dua dari empat campuran adalah 152 dan 156% lebih patogen dari rata-rata populasi dari komponen murni berdiri ( $P = 0,043$  dan  $0,059$ , masing-masing). Campuran hasil rata-rata berada di 2,4 dan 6,2% lebih tinggi dari rata-rata hasil murni-komponen berdiri pada tahun 1999, dan 2000 masing-masing, namun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Kemampuan membangun struktur campuran ditantang dengan *M. graminicola* untuk menekan penyakit tampaknya tidak konsisten. Dalam sistem ini, genotipe inang campuran ternyata tidak konsisten memberi manfaat peningkatan ketahanan terhadap populasi patogen.

## **BAB VIII . APLIKASI BERTANAMAN VARIETAS CAMPURAN PADA TANAMAN BAWANG MERAH**

### **Karakteristik Tanaman Bawang Merah**

Bawang merah (*A. ascalonicum* L.), yang lebih dikenal dalam bahasa Jawa *brambang*, merupakan komoditas sayuran dataran rendah yang banyak ditanam di daerah yang mempunyai ketinggian 10-250 meter di atas permukaan laut, suhu agak panas, beriklim kering, dan cuaca cerah. Akan tetapi, tanaman bawang merah masih dapat ditanam di dataran tinggi, meskipun hasilnya kurang baik. Tanaman bawang merah yang ditanam di dataran tinggi menghasilkan umbi yang kecil-kecil dan umur panennya panjang, yaitu 80-90 hari. Oleh karena itu, budidaya bawang merah dianjurkan untuk ditanam di dataran rendah, sebab selain umbi yang dihasilkan besar-besar, umur panennya lebih pendek, yaitu antara 60-70 hari yang tergantung pada varietasnya (Samadi dan Cahyono, 1996; Baswarsiati dan Nurbanah, 1997).

### **Deskripsi Tanaman**

Dalam ilmu tumbuhan, tanaman bawang merah diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Bangsa	: Liliales

Suku : Liliaceae  
Marga : Allium  
Jenis : *Allium ascalonicum* L.

(Samadi dan Cahyono, 1996).

Bawang merah termasuk jenis tanaman semusim (berumur pendek) dan berbentuk rumpun. Tinggi tanaman berkisar antara 15-25 cm, berbatang semu, berakar serabut pendek yang berkembang di sekitar permukaan tanah, dan perakarannya dangkal, sehingga bawang merah tidak tahan terhadap kekeringan. Daunnya hijau berbentuk bulat, memanjang seperti pipa, dan bagian ujungnya meruncing. Daun yang baru bertunas belum tampak lubang di dalamnya, dan baru kelihatan setelah tumbuh membesar. Pada cakram (*discus*) di antara lapis kelopak daun terdapat tunas lateral atau anakan, sementara di tengah cakram adalah tunas utama (tunas inti). Di lingkungan yang cocok tunas-tunas lateral akan membentuk cakram baru, sehingga terbentuk umbi lapis. Sedangkan pada tunas utama (tunas apikal) yang tumbuhnya lebih dulu, kelak menjadi bakal bunga (primordial bunga). Keadaan ini menunjukkan bahwa tanaman bawang merah bersifat merumpun. Setiap umbi yang tumbuh dapat menghasilkan sebanyak 2-20 tunas baru dan akan tumbuh berkembang menjadi anakan yang masing-masing juga menghasilkan umbi. Umbi berwarna kuning kemerahan hingga merah tua, sedangkan ukuran

umbi yang menggerombol memiliki diameter antara 3-4 cm (Samadi dan Cahyono, 1996; Anonim, 1998).

### **Pengendalian penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Jenis Bawang**

Sampai sejauh ini belum didapat cara yang efektif dalam mengatasi penyakit bercak ungu; cara yang terbaik dan sering dilakukan petani adalah dengan menggunakan fungisida (Sastrahidayat, 1994). Menurut Hadisutrisno *et al.* (1996) bahwa untuk mengendalikan penyakit bercak ungu, petani sampai sekarang masih mengandalkan kejutuan peracun jamur atau fungisida.

Pengendalian penyakit bercak ungu dapat dilakukan dengan cara penyiraman setelah turun hujan dengan tujuan mengurangi spora penyakit yang menempel pada daun (Baswarsiati dan Nurbanah, 1997), di samping itu juga dilakukan dengan cara bercocok tanam seperti; pemilihan bibit, penjarangan jarak tanam, pergiliran tanaman, pemilihan waktu tanam dan perbaikan drainase untuk mengurangi kelembaban. Untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam usaha pengendalian *A. porri* perlu dilakukan cara terpadu yaitu dengan menggabungkan beberapa cara pengendalian termasuk pengendalian secara biologi (Puspawati *et al.*, 1988; Anonim, 2003).

Pada tulisan ini akan dibahas hasil-hasil penelitian tentang pengendalian penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah dengan menggunakan varietas campuran. Pembahasan didasarkan pada kemungkinan penggunaan varietas campuran dalam pengendalian penyakit jamur *A.porri* berdasarkan karakteristik patogen dalam penyebarannya dan karakteristik tanaman bawang.

### **Penyakit Bercak Ungu**

Di Indonesia gangguan semacam ini dikenal dengan bercak ungu pada daun. Negara-negara lain yang juga pernah terserang penyakit bercak ungu, antara lain Amerika, Canada, Mexico, Kuba, dan Puerto Rico. Penyakit tersebut menyebabkan daun-daun bawang mati, terutama bawang merah (*A. ascalonicum* L.), bawang putih (*A. sativum*) dan bawang daun (*A. fistulosum*). Penyakit bercak ungu ini menyerang bawang selama pertumbuhan sampai hasil panen berupa umbi di penyimpanan (Anonim, 1998; Baswarsiati dan Nurbanah, 1997; Rukmana, 1995; Schwartz, 2005).

Penyakit bercak yang disebabkan oleh *Alternaria porri* (Ell.) Cif. merupakan penyakit utama pada bawang merah (Suhardi, 1993). Kemudian menurut Semangun (1991) dan Suheri dan Price (2000) bahwa penyakit bercak tersebut dapat timbul pada bermacam-macam anggota



genus (marga) *Allium*. Kerusakan yang cukup besar terjadi pada bawang daun (*A. fistulosum*) dan bawang putih (*A. sativum*) yang ditanam pada musim hujan.

### **Gejala serangan**

Penyakit bercak ungu disebabkan oleh jamur *A. porri* yang biasanya mengikuti kerusakan yang diakibatkan oleh infeksi penyakit embun tepung dan hawar daun *Botrytis*. Penyakit bercak ungu pertama kali tampak sebagai gejala kecil yang berupa lekukan berwarna putih. Gejala awal dapat tampak satu sampai empat hari setelah penetrasi berlangsung. Setelah itu bercak segera berubah menjadi zona berwarna coklat dan dapat membesar menjadi agak cekung serta berwarna sedikit keunguan. Bercak terjadi pada bagian daun, tangkai bunga dan bagian-bagian bunga. Ukuran bercak bervariasi tergantung pada tingkat serangan. Pada bagian tepi bercak berwarna kemerahan dan dikelilingi oleh halo berwarna kuning.

Menurut Nirwanto (2001) bahwa infeksi primer jamur *Alternaria porri* ini biasanya terjadi pada saat tanaman bawang membentuk umbi. Di Batu Malang, infeksi ini terjadi pada tanaman yang berumur sekitar 60 hari. Jika keadaan cuaca mendung, berkabut dan terus menerus hujan, serangan cendawan ini dapat terjadi pada tiap tingkat umur tanaman. *A. porri* membentuk spora, kira-kira empat hari setelah gejala serangan tersebut muncul. Badan buah yang mengandung spora tersebut mudah sekali terlepas, misalnya

karena angin, serangga, manusia dan vektor lainnya. Terutama jika banyak angin dan cuaca mendung.

## **Biologi Penyakit**

Jamur penyebab penyakit bercak ungu (*A. porri*) sangat dekat sekali hubungannya dengan jenis yang menyebabkan hawar daun pada tanaman tomat dan kentang (*A. solani*) (Delahaut, 2004). Konidium dan konidiofor berwarna hitam atau coklat. Konidium berbentuk gada yang bersekat-sekat pada salah satu ujungnya membesar dan tumpul, ujung lainnya menyempit dan agak panjang. Konidium dapat disebarkan oleh angin dan menginfeksi tanaman melalui stomata atau luka-luka yang terjadi pada tanaman. Patogen dapat bertahan dari musim ke musim pada sisa-sisa tanaman (Anonim, 2006).

Faktor suhu dengan kisaran di atas 30<sup>0</sup> C merupakan faktor antagonis bagi perkembangan penyakit bercak ungu apabila secara bersama-sama bekerja dengan faktor-faktor cuaca lain. Epidemik yang rendah terjadi pada daerah yang mempunyai suhu maksimum melebihi 30<sup>0</sup> C, sedangkan pada daerah yang mempunyai suhu maksimum kurang dari batas suhu optimum perkembangan jamur *A. porri*, maka terjadi epidemik yang tinggi. Apabila kondisinya tidak memungkinkan untuk tumbuh (berkecambah), spora ini dapat tumbuh sebagai saprofit dalam tanah pada sisa-sisa tanaman, pupuk kandang atau kompos. Spora ini dapat

tahan hidup di tanah lebih dari setahun dan dapat menyerang tanaman baru (Suhardi, 1993; Nirwanto, 2001).

Patogen bertahan dari musim ke musim pada sisa-sisa tanaman dan sebagai konidium. Di lapangan jamur membentuk konidium pada malam hari, yang penyebarannya dibantu oleh angin (Semangun, 1991). Konidia disebarkan ke daun-daun lain oleh angin dan percikan air hujan. Apabila spora mendarat pada jaringan rentan maka akan berkecambah pada lapisan air dan tabung kecambah mempenetrasi stomata atau epidermis (Anonim, 1990).

### **Pengujian Pencampuran Populasi Bawang Merah terhadap Tingkat Serangan**

Hasil analisis ragam tingkat serangan *A. porri* pada perlakuan campuran yang menggunakan varietas Bauji dan Philipine secara larik pada beberapa umur tanaman bawang merah menunjukkan adanya perbedaan diantara perlakuan setelah tanaman berumur 55 hari ke atas . Perbedaan tersebut sangat fluktuatif yang ditentukan oleh umur tanaman bawang merah sebagaimana terlihat pada Tabel.

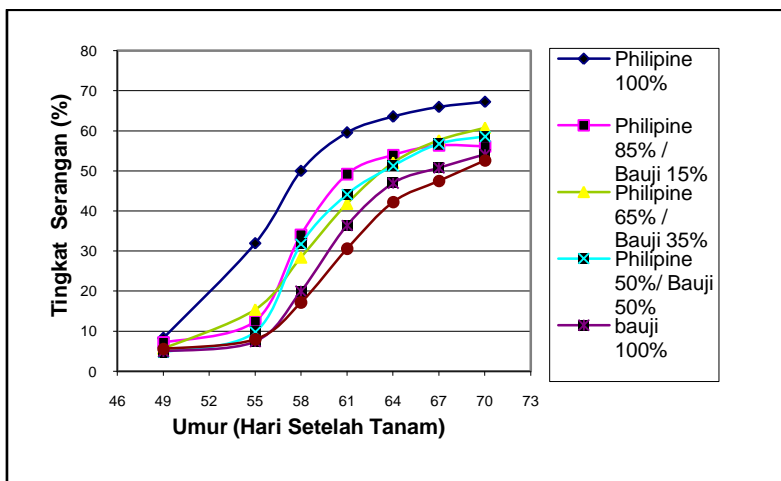
Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Berbagai Komposisi Varietas Bawang Merah terhadap Tingkat Serangan Penyakit Bercak Ungu

Perlakuan varietas	Tingkat serangan (%) pada umur (hari)							
	49	52	55	58	61	64	67	70
Philipine 100%	8.25a	10.00a	31.95b	50.00d	59.50d	63.50d	65.93c	67.20b
Philipine 85%/Bauji 15%	7.15a	9.23a	12.53a	34.10cd	49.13cd	53.95c	56.38b	56.38a
Philipine 65%/Bauji 35%	4.78a	8.30a	9.83a	31.75bc	44.13bc	51.23c	56.75b	58.60ab
Philipine 50%/Bauji 50%	5.65a	6.58a	15.38a	28.38ab	41.80bc	52.00bc	57.63b	60.75ab
Bauji 100%	4.98a	6.83a	7.42a	19.93a	36.38ab	46.95ab	50.75b	54.13a
Philipine 100%+Fungisi da	5.70a	6.25a	7.95a	17.13a	30.53a	42.25a	47.50b	52.63a

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 0,05

Tampak pada Tabel 1 bahwa pada umur 49 dan 52 hari setelah tanam, tingkat serangan *A. porri* pada bawang merah untuk semua perlakuan menunjukkan hasil yang sama. Demikian pula menginjak umur 55 hari setelah tanam, tingkat serangan *A. porri* pada bawang merah dari semua perlakuan menunjukkan hasil yang sama, kecuali

pada perlakuan yang populasi seluruhnya menggunakan varietas Philippine. Hal ini berarti bahwa sampai dengan umur tanaman 52 hari, besarnya serangan patogen tidak dipengaruhi oleh perlakuan dimana pada saat itu rata-rata tingkat serangan patogen berada di bawah sepuluh persen (Gambar 4), akan tetapi di atas umur tersebut secara berurutan umur tanaman akan menjadi penyebab fluktuasinya tingkat serangan berdasarkan perlakuan. Tidak terjadinya perbedaan tingkat serangan antara perlakuan pada awal pengamatan, yakni umur 49 dan 52 hari setelah tanam, diduga karena patogen menyebar secara merata diantara petak percobaan dan mampu menginfeksi individu tanaman yang rentan sehingga varietas Bauji sebagai penghalang (barrier) dalam populasi yang komposisinya bervariasi tersebut kurang memberi peranan.



Gambar 4. Perkembangan penyakit bercak ungu pada berbagai perlakuan tanaman bawang merah

Kekurang-efektifan tanaman penghalang pada percampuran dengan cara larik antara varietas Bauji dan Philipine terhadap penyakit bercak ungu pada saat awal pengamatan karena inokulum menyebar secara alami dan melimpah sejak tanaman masih muda. Kondisi ini didukung oleh tempat dimana penelitian dilakukan merupakan daerah endemik penyakit bercak ungu sebagaimana diperoleh dari hasil survei pendahuluan.

Pada Gambar 4. terlihat dengan jelas bahwa jumlah daun terinfeksi pada saat awal pengamatan (tanaman umur 49 hari) ternyata mempunyai distribusi sebaran penyakit yang mengikuti pola sebaran poisson ( $P=0,57$ ) dan binomial negatif ( $0,61$ ). Hal ini berarti bahwa pada awal terjadinya epidemi penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah berasal dari patogen yang menyebar secara merata pada pertanaman sehingga percampuran varietas Bauji pada populasi varietas Philipine secara larik kurang dapat menekan perkembangan penyakit bercak ungu.

Selanjutnya, pada umur 52 dan 55 hari, patogen menyebar secara agregat, dengan bertambahnya umur sampai umur 61 hari setelah tanam, penyebaran patogen kembali bersifat merata. Hal ini dikarenakan patogen setelah umur 49 hari dalam perkembangannya menghadapi faktor-faktor lingkungan yang bervariasi, sehingga

penyebarannya mengelompok, selanjutnya dengan semakin meningkatnya tingkat serangan patogen, menyebabkan semakin melimpahnya inokulum yang pada akhirnya meningkatkan kejadian penyakit. Menurut Evans *et al.* (2003), bahwa siklus multiplikasi patogen yang tersebar merata dapat menyebabkan kejadian penyakit antara petak percobaan bersifat agregat. Hal serupa juga diisyaratkan pula oleh Bosch *et al.* (1988) dalam Cowger, Wallace dan Mundt (2005) bahwa epidemi dapat berawal dari foki yang berasal dari suatu infeksi tunggal atau dari inokulum yang mempunyai foki yang samar. Kebanyakan epidemi penyakit tanaman mempunyai karakteristik pertengahan, yaitu yang pada awalnya penyakit sering berasal dari foki populasi patogen yang sedikit dan mengelompok atau berasal dari inokulum yang datang secara sporadis dari jauh. Penyakit-polisiklis pada daun, kebanyakan sulit diketahui saat mana terjadi awal epidemi yang secara terpisah menjadi fokal.

Sementara itu, distribusi Poisson yang didapat dari Gambar 4.11. pada baris pertama dapat diperjelas dengan menggunakan sebuah kurva (Gambar 4.12) yang cenderung ke kiri dengan rata-rata distribusi sekitar 6,27 daun terinfeksi dengan tingkat kenormalan antara 2-11 daun pada selang kepercayaan 5 %. Hal ini berarti pada umur tanaman 49 hari akan terjadi infeksi daun yang mencapai

34,1% dari jumlah daun rata-rata, yakni sekitar 21 helai daun.

Pada tanaman umur 55 hari, penanaman varietas Philipine secara monokultur (tanpa pencampuran Bauji) menunjukkan tingkat serangan mencapai kisaran 32 %, jauh di atas perlakuan lainnya yang tak nampak berbeda karena hanya mencapai 7-15 %. Walau demikian dari Tabel 4.2. tersebut ada yang sangat menarik untuk dikritisi, yakni bahwa setiap terjadi peningkatan umur tanaman tiga harian akan terjadi keseimbangan baru dalam hal ketahanan populasi berdasarkan perlakuan pencampuran pertanaman. Pada umur tanaman 58 dan 61 hari populasi tanaman dengan varietas Bauji hanya sekitar 15 % akan segera terserang berat seperti halnya dengan monokultur Philipine, sementara dengan pencampuran Bauji 35 dan 50 % relatif mendekati ketahanan populasi Bauji 100 %. Setelah tanaman bawang mencapai umur 64 hari ke atas terjadi lonjakan serangan pada semua perlakuan sehingga hampir menunjukkan nilai serangan yang sama atau tidak berbeda satu dengan yang lain, kecuali pada perlakuan populasi yang seluruhnya menggunakan varietas rentan (tanpa pencampuran) yang tetap lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pencampuran varietas Bauji secara larik dengan varietas Philipine dengan komposisi yang berbeda akan berpengaruh juga terhadap perbedaan ketahanan populasinya dimana



datanya menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi Bauji akan semakin rendah tingkat serangan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah dengan umur tanaman yang sama .

Penggunaan varietas Bauji secara larik dalam populasi varietas Philipine pada semua perlakuan dapat menekan tingkat serangan di bawah 32 % sebagaimana terdapat pada tanaman Philipine sampai umur 55 hari setelah tanam. Hal ini berarti bahwa penanaman secara larik dengan menggunakan varietas Bauji dapat mempertahankan ambang kendali sampai umur 55 hari, dengan kata lain umur tersebut merupakan titik kritis (critical point), apabila pada umur kurang dari 55 hari masih mampu menghasilkan. Menurut hasil penelitian Nirwanto (2001) pada tanaman bawang merah terhadap intensitas serangan *A. porri* di daerah Karangploso, Malang menunjukkan bahwa intensitas serangan *A. porri* pada bawang merah yang kurang dari 21% tidak akan berpengaruh terhadap kehilangan hasil. Dalam penelitian ini tingkat serangan yang melebihi 21% terjadi saat tanaman berumur 55 hari sudah mencapai ambang kendali. Perlakuan Philipine 100%/Bauji 0% terserang 31,95% pada umur 55 hari, sedangkan perlakuan Philipine 85%/Bauji 15%, Philipine 65%/Bauji 35%, Philipine 50%/Bauji 50%, masing-masing terserang berturut-turut 34,10%, 31,75%, 28,38% pada umur 58 hari

dan perlakuan Philipine 0%/Bauji 100% dan Philipine 100%+Fungisida terserang berturut-turut 36,38% dan 30,53% pada umur 61 hari setelah tanam. Hal ini yang menyebabkan tidak didapatkan hasil (produksi) pada umur panen karena semua tanaman sudah mengalami kematian. Cepatnya laju infeksi di atas tidak terlepas dari faktor cuaca yang mendukung khususnya curah hujan dan kelembaban yang relatif tinggi selama penelitian. Sebagaimana penelitian terdahulu bahwa patogen tersebut sangat dipengaruhi oleh hujan dan kelembaban pada pertanaman bawang merah (Hadisutrisno *et al.*, 1996).

Selanjutnya, Tabel 4.2. di atas dapat dinyatakan bahwa dengan percampuran 50% varietas Bauji ke dalam populasi varietas Philipine dapat diperoleh ketahanan populasi sampai tanaman berumur 58 hari setelah tanam. Hal ini berarti ketahanan populasinya masih sama dengan ketahanan populasi yang menggunakan fungisida. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan varietas Bauji dapat dihindari periode kritis akibat serangan *A. porri* yang dapat mempengaruhi hasil umbi bawang merah. Hal ini didukung oleh pernyataan Nirwanto (2001) bahwa di Batu, Malang, infeksi primer jamur *A. porri* dapat terjadi pada tanaman yang berumur sekitar 60 hari pada saat tanaman bawang merah membentuk umbi.

Penampakan lain dari data pada Tabel 4.2. tersebut adalah apabila membandingkan antara perlakuan yang

menggunakan varietas Bauji secara monokultur (tanpa dicampur dengan varietas Philipine) dengan perlakuan yang menggunakan fungisida ternyata pada semua umur tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, di samping itu tingkat serangan *A. porri* relatif rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini berarti bahwa penanaman bawang merah dengan memanfaatkan semua varietas Bauji menunjukkan nilai yang sama dengan cara menggunakan fungisida dalam membantu ketahanan populasi sekalipun tidak mencapai imun yang berarti atau populasi tanaman bawang tidak sakit sama sekali. Hasil ini sesuai dengan pendapat Tratwal dan Nadziat (2004) yang mengemukakan bahwa secara umum, penanaman varietas tahan yang dicampur bersama dengan varietas rentan lebih sedikit dipengaruhi oleh penyakit dibanding dengan ditanam secara monokultur baik yang menggunakan fungisida maupun tidak.

Penurunan tingkat serangan pada berbagai komposisi campuran tersebut disebabkan oleh adanya penurunan jumlah inokulum atau jumlah bercak pada tanaman tahan yang terinfeksi di areal pertanaman, sehingga jumlah inokulum yang jatuh pada jaringan rentan berkurang. Dengan menurunnya jumlah jaringan tanaman rentan yang terinfeksi, maka tingkat serangan per satuan luas area menjadi berkurang. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Andrivon *et al.* (2003) bahwa tingkat

serangan hawar daun pada varietas rentan lebih rendah apabila ditanam berselang-seling dengan varietas agak tahan. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh kumulatif selama terjadi epidemi. Menurut Smith (2002) bahwa apabila penyakit berkurang akibat material tanaman rentan lebih sedikit, maka munculnya gejala pada varietas rentan dapat tertunda karena adanya pemblokiran spora oleh varietas tahan. Di samping itu jumlah bercak akan lebih rendah karena terjadi pengurangan inokulum, sedangkan perkembangan individual akan sama dengan gejala pada monokultur.

Pada Tabel 4.2 juga tampak bahwa pada umur 58 hari dan 61 hari ketahanan populasi mulai menurun terutama pada pencampuran Bauji 15 % yang mempunyai tingkat serangan sama dengan perlakuan Philipine. Hal ini dapat dilihat pada laju infeksinya yang dinyatakan dengan slop garis regresi (Phillips *et al.*, 2005) sebagaimana tampak pada Gambar 4.14. Rata-rata laju infeksinya pada semua umur tanaman menunjukkan tercepat, yaitu 2,84 % per hari dibandingkan dengan ketahanan 35, 50 dan 100%, yang secara berturutan mencapai 2,76; 2,59 dan 2,39 % per hari. Laju infeksi yang tinggi pada perlakuan monokultur Philipine dan Bauji 15 % disebabkan karena rata-rata jumlah daun yang terinfeksi pada awal pengamatan (umur 49 dan 52 hari setelah tanam) sebagaimana tampak pada Gambar 5 menunjukkan lebih

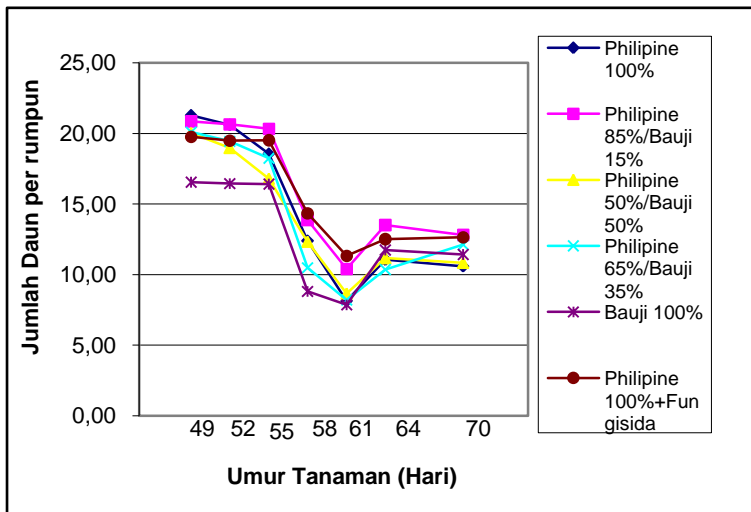
tinggi dibanding dengan rata-rata jumlah daun terinfeksi pada perlakuan lain. Hal ini berarti semakin banyak jumlah daun terinfeksi (X) atau semakin sedikit jumlah daun sehat (1-X) pada awal pengamatan, maka semakin banyak patogen yang dapat menjadi sumber inokulum awal. Hal ini didasarkan pada pendapat Abadi (2003) yang menyatakan bahwa untuk mengukur jumlah inokulum yang ada, yaitu dengan mengukur jumlah infeksi yang timbul pada inang dalam periode waktu tertentu.

Besar laju infeksi pada umur 55 hari setelah tanam untuk masing-masing perlakuan secara berturutan adalah perlakuan Philipine, Bauji, campuran, Philipine dengan fungisida adalah 0,48; 0,02; 0,17 dan 0,9 % per hari. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur tersebut laju infeksi pada perlakuan Philipine lebih tinggi 31 % dibanding dengan perlakuan campuran, sedangkan terhadap perlakuan Bauji maupun fungisida masing-masing lebih tinggi 46% dan 39 % per hari. Hal ini berarti dengan menggunakan pencampuran varietas dapat menunda laju infeksi selama 2,8 hari dibandingkan dengan menggunakan monokultur Philipine, sedangkan dengan monokultur Bauji maupun monokultur Philipine yang menggunakan fungisida mengalami penundaan selama 4 dan 5,3 hari terhadap monokultur Philipine. Sementara pada perlakuan monokultur Philipine menunjukkan kecepatan laju infeksi yang paling tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini diketahui dari

perkembangan penyakit berbentuk linier pada awal pengamatan. Hal yang serupa terjadi pada hasil penelitian Sitch dan Whittington (1983) terhadap perkembangan penyakit embun tepung pada tanaman talas. Pada penelitian tersebut digunakan varietas rentan dan varietas semi tahan terhadap patogen *Erisiphe polygoni* yang disebarkan melalui udara. Hasil penelitian tersebut menunjukkan laju infeksi pada monokultur varietas rentan lebih tinggi dibanding pada perlakuan pencampuran varietas semi tahan.

Perkembangan bentuk linier ini dikarenakan adanya kondisi lingkungan yang kondusif dan masih tersedianya jaringan tanaman (1- X) yang cukup sebagai nutrisi untuk perkembangan patogen. Hal ini tampak pada jumlah daun pada awal pengamatan umur 55 hari setelah tanam, yaitu sekitar 18,31 helai daun yang relatif sama dengan jumlah daun pada saat pengamatan umur 49 hari, sebesar 19,76 helai daun sebagaimana tampak pada Gambar 5. Pada umur 58-61 hari setelah tanam, perkembangan penyakit mulai berbentuk kurvilinier. Hal ini terjadi karena pada saat itu jumlah daun semakin menurun, yakni rata-rata 9,1 helai daun, sehingga pada saat itu terjadi jumlah daun terinfeksi *A. porri* yang tertinggi dibandingkan pada saat yang lain. Pada pencampuran yang menggunakan varietas Bauji kurang dari 50%, ketahanan populasinya mulai terpatahkan, sedangkan pada umur 61 hari, hanya

perlakuan monokultur Bauji yang masih mempunyai ketahanan sama dengan ketahanan pada



Gambar 5. Kurva perkembangan daun bawang merah pada berbagai komposisi varietas Bauji dan Philippine

Untuk mengetahui pengaruh komposisi varietas Bauji terhadap tingkat serangan *A. porri* dalam populasi campuran dapat dilihat pada Gambar 4.17. Hasil pada gambar tersebut menunjukkan bahwa ketahanan populasi varietas Philippine semakin berkurang dengan meningkatnya komposisi varietas Bauji, sedangkan pada populasi varietas Bauji semakin meningkat ketahanannya, dengan demikian secara keseluruhan terjadi peningkatan ketahanan populasi campuran. Hal ini berarti peran varietas Bauji lebih dominan didalam meningkatkan ketahanan populasi.

Selanjutnya untuk melihat total tingkat serangan *A. porri* pada ketahanan populasi tanaman bawang merah yang ditanam secara larik selama satu musim, yaitu dengan menggunakan nilai area di bawah kurva penyakitnya (AUDPC) sebagaimana dilakukan oleh Smith (2002) pada tanaman tomat. AUDPC merupakan model yang mengasumsikan bahwa kerusakan proporsional dengan besar tingkat serangan dan lama terjadinya penyakit (Van der Plank, 1963). Hasil analisis statistik terhadap AUDPC penyakit bercak ungu pada bawang merah selama satu musim tanam untuk masing-masing perlakuan menunjukkan berbeda nyata. Selanjutnya, hasil analisis ragam pada masing-masing perlakuan tampak sebagaimana terdapat pada Tabel 2.

Nilai AUDPC penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah pada perlakuan monokultur tahan tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang menggunakan varietas Philipine dengan perlakuan fungisida, sedangkan antara perlakuan dengan pencampuran varietas Bauji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, sementara terhadap perlakuan monokultur Philipine menunjukkan nilai yang berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa penggunaan varietas Bauji dalam populasi varietas Philipine dapat menekan AUDPC sebesar 75 % lebih rendah dibanding dengan monokultur Philipine.

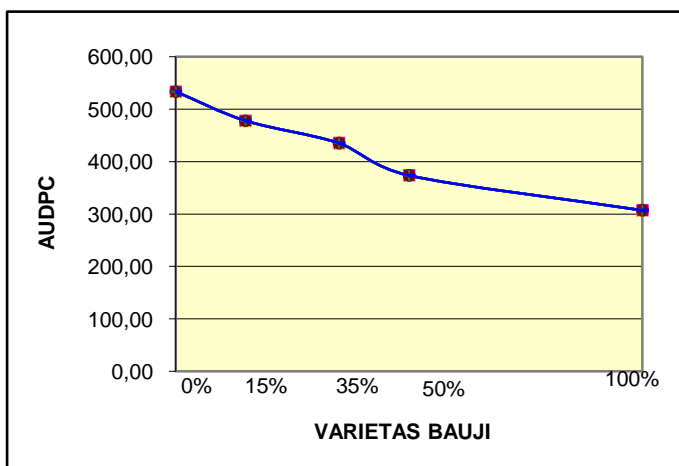


Tabel 2 . Tingkat Serangan Penyakit Bercak Ungu ( AUDPC) pada Beberapa Perlakuan Komposisi pada Bawang Merah

PERLAKUAN	AUDPC
Philipine 100%	953,82 c
Philipine 85% / Bauji 15%	741,34 b
Philipine 65% / Bauji 35%	704,85 b
Philipine 50% / Bauji 50%	700,98 b
Bauji 100%	593,43 a
Philipine 100% + Fungisida	542,14 a

Keterangan : angka rata-rata pada kolom dan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 0.05

Sedangkan pengaruh penambahan komposisi varietas Bauji dalam populasi campuran terhadap tingkat serangan penyakit bercak ungu tampak pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hubungan komposisi varietas Bauji terhadap tingkat serangan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara penambahan komposisi varietas tanaman Bauji pada populasi tanaman Philipine terhadap penurunan tingkat serangan patogen yang berbentuk linier. Hal serupa terjadi pada penurunan AUDPC penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans* pada tanaman rentan, yang dilakukan di lapangan dengan cara menanam secara berselang-seling antara varietas semi tahan dengan varietas rentan. Pada pencampuran kultivar kentang tersebut menunjukkan bahwa epidemi yang terjadi secara alami dan bersifat polisiklis dapat menurunkan tingkat serangan patogen berkembang cepat (Andrison *et al.*, 2003). Semakin besar komposisi varietas Bauji, maka semakin rendah tingkat serangan patogen. Menurut Mundt dan Leonard (1986) bahwa pengurangan proporsi tanaman rentan dalam populasi campuran analog dengan penambahan jumlah genotip inang dengan gen ketahanan yang berasal dari ras spesifik ke dalam multigalur atau percampuran inang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jumlah genotip inang tahan dalam populasi campuran akan meningkatkan efektivitas pengurangan penyakit.

Semakin meningkat jumlah daun rentan, maka semakin meningkat pula jumlah jaringan tanaman terinfeksi. Hal ini karena meningkatnya rasio spora yang menginfeksi daun terhadap spora yang dihasilkan oleh jaringan sakit pada setiap tanaman, sehingga semakin meningkat pula jumlah alloinfeksi (infeksi yang berasal dari donor spora tanaman sakit lain), sedangkan makin rapat jarak antara tanaman rentan, maka makin sedikit jumlah autoinfeksi (infeksi yang berasal dari donor spora tanaman sakit yang sama ) terhadap total infeksi (Mundt dan Leonard,1985).

## IX. KESIMPULAN

1. Penelitian pencampuran varietas Bauji dan Philipine dalam populasi pertanaman menunjukkan hasil bahwasanya semakin besar komposisi varietas Bauji akan semakin mampu menekan tingkat serangan penyakit dibanding dengan perlakuan kontrol (monokultur). Sistem pencampuran tersebut memberikan model matematika sebagai berikut:

$$Y = 11,64 X + 19,56 \quad (\text{Philipine})$$

$$Y = -3,84 X + 21,87 \quad (\text{Campuran})$$

$$Y = -17,96 X + 21,62 \quad (\text{Bauji})$$

2. Dari ketiga komposisi pencampuran varietas, komposisi 15%, 35% dan 50% varietas Bauji dibandingkan dengan monokultur varietas Philipine menunjukkan hasil yang sama dalam menekan serangan patogen berdasarkan uji AUDPC. Penekanan tersebut terjadi karena adanya mekanisme yang diduga bersifat barier dan dilusi.
3. Pengendalian *A. porri* dapat dikendalikan dengan pencampuran dengan komposisi 50% varietas Bauji yang hasilnya sama dengan penggunaan fungisida dengan dosis 0,9 liter/ha dan penyemprotan setiap tiga hari sekali.

4. Hasil penelitian sebaran inokulum awal (initial disease) dan pengaruh komposisi varietas bawang merah penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah, maka dalam pengendalian penyakit tersebut dapat menggunakan komposisi varietas tahan paling banyak 50% dari populasi yang rentan. Penggunaan komposisi varietas dalam pengendalian penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah masih perlu dikaji lebih lanjut dengan kombinasi cara budidaya lain untuk mendapatkan hasil yang optimal.

## Daftar Pustaka

- Abadi, A.L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan III, Bayumedia Publishing. Malang. 137 hal.
- Andrivon, D., J.M. Lucas dan D. Ellisseeche. 2003. Development of Natural Late Blight Epidemics to Pure and Mixed Plotsof Potato Cultivars with Different Levels of Partial Resistance, ***Plant Pathology***. Vol. 52 issue 5 hal. 586.
- Anonim, 1990. Report on Plant Disease. Departement of Crop Science. University of Illinois. Urbana-Champaign. September 1990. No. 931
- Anonim, 1998. Pedoman Bertanam Bawang. Kanisius. Yogyakarta. 99 hal.
- Anonim, 2000. Form Dokumen Keputusan Menteri Pertanian. Nomor:65/Kpts/TP.240/2/2000.  
<http://dokumen.deptan.go.id/doc/BDD2>. nst. 12 Februari 2005.
- Anonim, 2003. Disease of onion (*Allium sepa*) and garlic (*Allium sativum*).  
<http://agrizone.edu/nlp/plpext/disease/vegetables/onion/onionpbl.html>. 10/03/2005
- Anonim, 2006. OPT Utama Tanaman Bawang Merah. Direktorat Perlindungan Hortikultura.  
[http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/subdit\\_\\_\\_\\_\\_ ppar/opt sayur/opt sayur9.htm](http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/subdit_____ppar/optsayur/optsayur9.htm). 19 Agustus 2006
- Barrett, J.A. 1977. A Model of Epidemic Development in Variety Mixtures.p. 129-137. Plant Disease Epidemiology, \_Scott, P.R. and A. Bainbridge. (editor), 1978. Plant Disease Epidemiology Blackwell Scientific Publications. London.
- Baswarsiati dan S. Nurbanah. 1997. Teknik Budidaya Bawang Merah di Luar Musim. BPPT. Wonocolo. 12 hal.
- Bowe dan Teng, P.S. 1987. Crop Loss Assessment and Pest Management. APS. St. Paul Minnesota. 270 hal.

- Castilla, N.P., C.M. Vera Cruz and T.W. Mew, IRRI and Y. zhu. 2003. Using rice cultivar mixtures: a sustainable approach for managing diseases and increasing yield. Yunnan Agricultural University, Yunnan.
- Castro, A., 2001. Cultivar Mixture. The American Phytopathology Society. Dept. of Crop and Soil Sciences. Oregon State University.
- Cowger, C., L.D. Wallace dan C.C. Mundt. 2005. Velocity of spread of wheat stripe rust epidemics. **Phytopathology** 95: 972-982
- Delahaut, K. 2004. Onion disorder: Purple Blotch. University of Wisconsin Extension. Madison. Cooperative Extension Publishing. Lake St.
- Evans, N., Baiert, A., Brain, P., Welham, S.J. dan Fitt, B.D.L., 2003. Spatial aspects of light leaf spot (*Pyrenopeziza brassicae*) epidemic development on Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*) in the united Kingdom. **Phytopathology** 93, 657-655.
- Everts, K.L. dan M. L. Lacy. 1990. The influence of dew duration, relative humidity, and leaf senescence on conidial formation and infection of onion by *Alternaria porri*. **Phytopathology** 80, 1203-1207
- Garrett, K.A. and C.C. Mundt. 1999. Epidemiology in mixed host populations. **Phytopathology** 89: 984-990
- Garrett, K.A. dan S.P. Dendy. 2002. Cultural practices in potato late blight management. Component of IPM-late blight: 107-114
- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedure for Agricultural Research. John Wiley & Sons, Inc., 698 hal.
- Hadisutrisno, B. Sudarmadji, S. Siti dan P. Achmad. 1996. Peranan Faktor Cuaca terhadap Infeksi dan Perkembangan Penyakit

Bercak Ungu pada Bawang Merah. Indon. **J. Plant Prot.** Vol I, No. 1: 56-64

Horiuchi, M., O. Keiichiro, Y. Masakazu dan M. Takashi. 2004. LC/PAD/APCI-MS for the characterization and analysis from *Alternaria porri*. Chromatography. Vol.25. No. 2 (2004)

Kerr, A. 1977. Dispersal of plant pathogens by vectors. A course manual in plant protection, Brown, J.F. (editor), 1980. Hedges and Bell Ltd. Melbourne. 219-227.

Koike, S.T. dan Henderson, H.H. 1998. Purple blotch, caused by *Alternaria porri*, on Leek Transplants in California. **Plant Disease** 82: 710

Kotcon, J. 2004. Intercropping with Resistant Varieties for Management of Plant Disease in Organik Tomato Production. Organic Farming Research Foundation Project Report. West Virginia University. 12 pp

Kranz, J. 1974. Epidemics of plant diseases. Mathematical analysis and modelling. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 170 hal.

Mundt, C.C. 2002. Use of Multiline Cultivars and Cultivars Mixtures for Disease Management. Annual review. **Phytopathology** 40:381-410

Mundt, C.C. dan K.J. Leonard. 1985. A modification of gregory's model for describing plant disease gradients. **Phytopathology** 75: 930-935

Mundt, C.C. dan K.J. Leonard. 1986. Analysis of factors affecting disease increase and spread in mixtures of immune and susceptible plants in computer-simulated epidemics. **Phytopathology** 76: 832-840

Mundt, C.C., K.J. Leonard, W.M. Thal dan J.H. Fulton. 1986. Computerized simulation of crown rust epidemics in mixtures of immune and susceptible oat plants with different genotype unit areas distributions of intial disease. **Phytopathology** 76: 590-598



- Nirwanto, H. 2001. Studi Hubungan Cuaca dengan Epidemi Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri*) dalam Penentuan Nilai Ekonomi Penggunaan Fungisida pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*). Tesis. PPSUB. Universitas Brawijaya. Malang.
- Parbery, I.H. 1977. Plant parasitic fungi: Introduction. A course manual in plant protection, Brown, J.F. (editor), 1980. Hedges and Bell Ltd. Melbourne. 71-82.
- Phillips, S.L., M.W. Shaw & M.S. Wolfe. 2005. The effect of potato variety mixtures on epidemic of late blight in relation to plot size and level of resistance. *Annals of applied biology* 147: 245-252
- Pollet, A. dan Nasrullah. 1994. Penggunaan metode statistika untuk ilmu hayati. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 423 hal.
- Puspawati, N.M., I.R. Sastrahidayat, S. Djauhari, dan H.S. Mudjo, 1988. uji antagonisme jamur saproba terhadap *Alternaria porri* pada tanaman bawang putih (*Allium sativum*) *Jurnal Fitopatologi*. PFI. Malang.
- Rottem, J. 1998. The Genus *Alternaria*. Biology, Epidemiology, and Pathogenecity. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota.
- Rouse, D.I., R.R. Nelson dan D.R. Mac Kenzie. 1980. A stochastic model of horizontal resistance based on frequency distributions. *Phytopathology* 70: 951-954
- Rukmana, R., 1995. Bawang Daun. Kanisius. Yogyakarta. 50 hal.
- Samadi, B. dan B. Cahyono. 1996. Intensifikasi budidaya bawang merah. Kanisius. Yogyakarta.
- Sastrahidayat, I,R. 1994. Studi efikasi fungisida difenocanazol terhadap penyakit bercak ungu ( *alternaria porri* ) pada

tanaman bawang putih di Batu-Malang dan Nongko Jajar-Pasuruan. Agrivita. Vol. 17, no. 2

Sastrahidayat, I.R. 1991. Penerapan pengendalian terpadu terhadap penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*) pada tanaman bawang putih di lapang. Dirjen PT. Dept P dan K.

Sastrahidayat, I.R. 1995 *Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman*. Fak. Pertanian. Unibraw, Malang.

Schwartz, H. F., 2005. Botrytis, Downy mildew and Purple blotch of Onion. Colorado Onion Production and IPM. <http://www.ext.colostate.edu/>. 12 Maret 2005

Semangun, H. 1991 *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura*. University Gajah Mada. Press, Yogyakarta.

Sitch, L. dan W.J. Whittington. 1983. The effect of variety mixture on the development of swede powdery mildew. ***Plant Pathology*** **32**. 41-46

Smith, L. J., 2002. Intercropping with resistant cultivars reduces early blight and root knot disease on susceptible cultivars of tomato (*Lycopersicon esculantum*). Thesis. Davis college of agriculture, forestry and consumer sciences at West Virginia University. Morgantown West Virginia.

Soemarno, 2001. Badan Pengembangan Ekspor Nasional. Departemen Perdagangan RI. [www.nafed.go.id](http://www.nafed.go.id). 31 Agustus 2006

Streets, R.B. Sr., 1973. Diagnosis of Plant Diseases. The university of Arizona Press. USA. Alih bahasa Imam Santoso. 1980. 206 hal.

Sugiyono, 1997. Stastistika untuk penelitian. CV. Alfabeta. Bandung. 293 hal.

Suhardi. 1993. Pengaruh waktu tanam dan interval penyemprotan fungisida terhadap intensitas serangan *Alternaria porri* dan *Colletotrichum Gloesporioides* pada bawang merah. ***Buletin Penel. Hort.*** XXVI No. 1.

- Suheri dan Price, 2000. Infection of onion leaves by *Alternaria porri* and *Stemphylium vesicarium* and disease development in controlled environments. ***Plant Pathology***. Vol.49. issue 3. hal. 375
- Tratwal, A., Jadwiga Nadziak. 2004. Powdery mildew control in winter barley pure stands and cultivar mixtures using different timing and doses of fungicides. Cereal rusts and powdery mildews Bulletin 2004/1029
- Van der Plank, J.L. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press. New York and London. 349 hal.
- Zadoks, J.C. dan R.D. Schein. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Oxford university Press. **New York.**

# **TEORI DAN APLIKASI KETAHANAN POPULASI TANAMAN TERHADAP EPIDEMI PENYAKIT**

Pencampuran varietas merupakan cara yang dapat merubah banyak karakter termasuk diantaranya terhadap ketahanan penyakit, akan tetapi harus mempunyai cukup kesamaan apabila ditanam bersama. Pencampuran varietas tidak menyebabkan perubahan yang besar pada sistem pertanian, akan tetapi biasanya dapat meningkatkan stabilitas hasil dan dalam beberapa hal dapat mengurangi penggunaan pestisida. Pencampuran varietas lebih cepat dan murah untuk dirumuskan dan dimodifikasi daripada banyak galur, yang merupakan campuran galur dimana secara genetis seragam akan tetapi hanya berbeda dalam ketahanan spesifik terhadap penyakit maupun hama

Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi dasar-dasar pencampuran varietas dan aplikasi komposisi varietas campuran terhadap perkembangan penyakit bercak ungu *A. porri* dalam meningkatkan ketahanan populasi bawang merah. Hasil dalam tulisan ini sebagian besar merupakan penelitian ketahanan populasi varietas bawang merah terhadap ep idemi penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*) di daerah Batu, Malang.